

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-102463

(43)Date of publication of application : 15.04.1997

(51)Int.Cl.

H01L 21/22
H01L 21/205
H01L 21/31

(21)Application number : 07-257936

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 04.10.1995

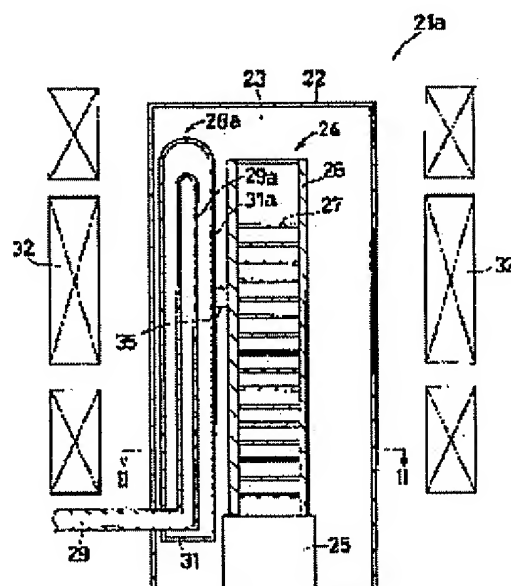
(72)Inventor : NOZAKI YOSHIKI

(54) FILM FORMATION APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a film formation apparatus by which a film of high uniformity can be formed.

SOLUTION: A holding means 24 in which a plurality of substrates 27 are stacked to be a longitudinally long shape at equal intervals and parts near spout holes 31a at a gas introduction pipe 28a are arranged in a predetermined space 23 as the inside of a reaction tube 22. Two first introduction pipes 29, at the gas introduction pipe 28a, which are introduced from the lower part of the reaction tube 22 and which are arranged to be a longitudinally long shape along the holding means 24 are provided respectively with a plurality of first spout holes 29a in parts introduced into the reaction tube 22. A second introduction pipe 31 covers parts near the first spout holes 29a at the first introduction pipes 29, and it is provided with a plurality of second spout holes 31a toward the holding means 24. Mutually different gases which are supplied to the first introduction pipes 29 are spouted from the first spout holes 29a, they are mixed in a space covered with the second introduction pipe 31, and a reaction gas is generated. The reaction gas is spouted toward the direction 35 of the holding means 24 from the second spout holes 31a.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-102463

(43)公開日 平成9年(1997)4月15日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/22	5 1 1		H 0 1 L 21/22	5 1 1 S
21/205			21/205	
21/31			21/31	E

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平7-257936

(22)出願日 平成7年(1995)10月4日

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 野▲崎▼ 義明

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

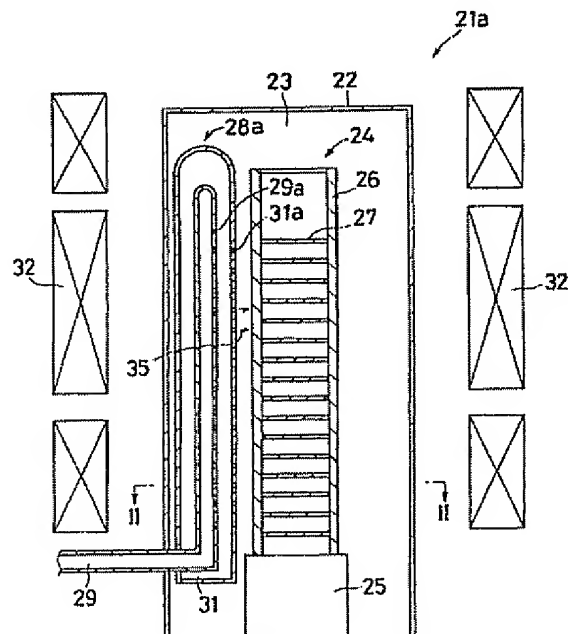
(74)代理人 弁理士 西教 圭一郎

(54)【発明の名称】 成膜装置

(57)【要約】

【課題】 均一性の高い膜を形成することができる成膜装置を提供する。

【解決手段】 複数の基板27が等間隔で縦長状に積層して保持される保持手段24と、ガス導入管28aの噴出孔31a近傍とが、反応管22の内部である予め定められた空間23に配置される。反応管22の下方から導入されて保持手段24に沿って縦長状に配置されるガス導入管28aの2本の第1導入管29は、反応管22内に導入された部分に複数の第1噴出孔29aをそれぞれ有し、第2導入管31は第1導入管29の第1噴出孔29a近傍を覆うとともに、保持手段24に向かう複数の第2噴出孔31aを有する。第1導入管29に供給された互いに異なるガスは、各第1噴出孔29aから噴出し、第2導入管31によって覆われる空間で混合されて反応ガスが生成する。当該反応ガスは、第2噴出孔31aから保持手段24の方向35に向けて噴出する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 膜を形成すべき複数の基板を予め定める空間内に等間隔で積層して保持する保持手段と、

保持手段に向けて所定の反応ガスを噴出するガス導入管とを含んで構成される成膜装置において、

前記ガス導入管は、

2種類以上の予め定めるガスが個別的に供給され、供給されたガスを等間隔の複数の第1噴出孔からそれぞれ噴出する複数の第1導入管と、

前記第1導入管の第1噴出孔近傍を覆い、各第1導入管の第1噴出孔から噴出したガスが互いに反応して生成した反応ガスを等間隔の複数の第2噴出孔から噴出する第2導入管とを含んで構成されることを特徴とする成膜装置。

【請求項2】 膜を形成すべき複数の基板を予め定める空間内に等間隔で積層して保持する保持手段と、

保持手段に向けて所定の反応ガスを噴出するガス導入管とを含んで構成される成膜装置において、

前記ガス導入管は、

予め定めるガスが供給され、供給されたガスを等間隔の複数の第1噴出孔から噴出する少なくとも1つの第1導入管と、

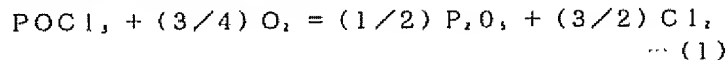
前記第1導入管の第1噴出孔近傍を覆うとともに、前記第1導入管に供給されるガスとは異なるガスが供給され、当該ガスと前記第1導入管に供給されて第1噴出孔から噴出したガスとが互いに反応して生成した反応ガスを等間隔の複数の第2噴出孔から噴出する第2導入管とを含んで構成されることを特徴とする成膜装置。

【請求項3】 第1導入管の複数の第1噴出孔と、第2導入管の複数の第2噴出孔とがそれぞれ対応して同じ高さの位置に配置されていることを特徴とする請求項1または2記載の成膜装置。

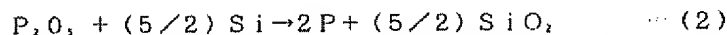
【請求項4】 第1導入管の複数の第1噴出孔と、第2導入管の複数の第2噴出孔とがそれぞれ対応して互いに2分の1ピッチ分ずれた高さの位置に配置されていることを特徴とする請求項1または2記載の成膜装置。

【請求項5】 第1導入管の第1噴出孔が、第2導入管の第2噴出孔側に向けて配置されることを特徴とする請求項1または2記載の成膜装置。

【請求項6】 第1導入管の外径の合計は、第2導入管の内径よりも小さく、第1導入管の第1噴出孔が、第2導入管の第2噴出孔とは反対側に向けて配置されること*



の反応が生じ、



のようにして、Si基板中にP(リン)が拡散してゆく。このようにしてPを不純物として添加した半導体基板が作成される。

【0006】なおこのように、ガス導入管8内でP₂O₅、

*を特徴とする請求項1または2記載の成膜装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、縦型の反応管内に予め定める間隔で積層して配置された複数の基板に均一に膜を形成することができる成膜装置に関する。

【0002】

【従来の技術】図9は、従来技術である成膜装置1の構成を示す断面図である。図10は、図9のI-I断面図である。成膜装置1は、膜形成のための予め定める空間3を形成する反応管2、膜を形成すべき基板7を保持する保持手段4、保持手段4に向けて噴出孔8aから所定の反応ガスを噴出するガス導入管8およびヒータ11を含んで構成される。保持手段4とガス導入管8の噴出孔8a近傍とが、反応管2の内部である予め定める空間3に配置される。ヒータ11は、反応管2の外部に配置されて、予め定める空間3を所定の温度に加熱する。

【0003】保持手段4は、基台5と、当該基台5上に固定されるホルダ6とを含んで構成される。保持手段4のホルダ6には、複数枚の基板7が等間隔、たとえば4.76mmの間隔で縦長状に積層して保持される。また保持手段4は、保持台の中心を軸として回転可能に構成される。

【0004】ガス導入管8は、反応管2の下方から当該反応管2内に導入され、保持手段4に沿って縦長状に配置される。反応管2内のガス導入管8部分には、当該ガス導入管8内を流れる所定の反応ガスが噴出する噴出孔8aが、前記保持手段4側に設けられる。前記噴出孔8aは、前記保持手段4に保持された基板7の間隔と同じ間隔で複数個設けられ、隣接する基板7同士のはば真ん中に配置される。反応管2外のガス導入管8部分は、一方枝管9と他方枝管10とに分かれており、枝管9、10には互いに異なるガスが供給される。枝管9、10の交点部分で2種類のガスが混合されて反応し、反応ガスが生成する。当該反応ガスは、噴出孔8aから矢符12で示される保持手段4の方向に噴出する。

【0005】たとえば、基板7としてSi(シリコン)基板を用い、一方の枝管9にO₂(酸素)などの酸化性ガスを供給し、他方の枝管10にPOCl₃(オキシ塩化リン)とN₂(窒素)とを混合したソースガスを供給すると、

の生成反応を行っているのは、P₂O₅の融点が580℃であり、比較的固化し易いためである。すなわち、予めPOCl₃とO₂とを反応させて、得られたP₂O₅を導入する場合、P₂O₅を気体状態で導入するためには装置を

高温に保つ必要があり、このためには装置の構造が複雑になるからである。

【0007】上述したような成膜装置1は、たとえば特公平6-16491号公報に開示されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】前記成膜装置1では、噴出孔8aの比較的手前で酸化性ガスとソースガスとが、室温に近い温度で混合される。混合されたガスは、ガス導入管8の噴出孔8aの方向に流れるとともに反応が進行し、十分に平衡に達する前に噴出孔8aから噴出する。したがって、複数の噴出孔8aから噴出する反応ガスの組成が、ガスの流れ方向上流側の噴出孔8aと流れ方向下流側の噴出孔8aとで異なることとなる。すなわち、上流側（図9紙面中の下方）では未反応のガスが多く、前記式(1)の左辺の状態が多くなり、下流側（図9紙面中の上方）では反応が進み、右辺の状態が多くなる。またSi基板へのPの拡散量は、 P_2O_5 が多いほど多い。このようなことに起因して、作成される半導体基板は、Pの濃度分布が基板毎に不均一なものとなる。また基板面内での濃度分布が不均一なものとなる。

【0009】保持された基板7が回転していないと考えると、 $POCl_3$ が多い反応管2内の下方（上流側）では、噴出孔8aから離れたところで P_2O_5 が生成されて、当該 P_2O_5 が基板7に付着するので、図3(1)の曲線L2に示されるように、基板7の中心付近においてPの拡散量が多くなり、中心付近のシート抵抗値が低くなる。一方、噴出孔8aに近接するところで P_2O_5 が生成される反応管2内の上方（下流側）では、噴出孔8aに近い基板7部分に P_2O_5 が付着し、図3(3)の曲線L6に示されるように、基板7の端部においてPの拡散量が多くなり、端部のシート抵抗値が低くなる。このようなPの濃度分布によるシート抵抗値のばらつき分布は、基板7を回転させても同じである。なお反応管2内のほぼ真ん中付近では、図3(2)の曲線L4に示されるように、Pの拡散が比較的均一で、シート抵抗値のばらつきも比較的均一となる。

【0010】Si基板の固溶限以上の濃度でPを拡散させると、Pの拡散分布は比較的均一になるけれども、Si基板に結晶欠陥が発生するなどの不都合が生じる。

【0011】本発明の目的は、均一性の高い膜を形成することができる成膜装置を提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、膜を形成すべき複数の基板を予め定める空間内に等間隔で積層して保持する保持手段と、保持手段に向けて所定の反応ガスを噴出するガス導入管とを含んで構成される成膜装置において、前記ガス導入管は、2種類以上の予め定めるガスが個別に供給され、供給されたガスを等間隔の複数の第1噴出孔からそれぞれ噴出する複数の第1導入管と、前記第1導入管の第1噴出孔近傍を覆い、各第1導入管

の第1噴出孔から噴出したガスが互いに反応して生成した反応ガスを等間隔の複数の第2噴出孔から噴出する第2導入管とを含んで構成されることを特徴とする成膜装置である。

本発明に従えば、予め定める空間内には、保持手段によって膜を形成すべき基板が等間隔で積層して保持され、基板を保持した保持手段に向けてガス導入管から所定の反応ガスが噴出される。前記ガス導入管は、複数の第1導入管と第2導入管とを含んで構成され、第1導入管の等間隔の複数の第1噴出孔から、第1導入管毎に異なる予め定めるガスが噴出し、これらのガスは、第1導入管の第1噴出孔近傍を覆う第2導入管内で反応して、反応ガスを生成する。生成した反応ガスは、第2導入管の等間隔の複数の第2噴出孔から、保持手段に向けて噴出する。したがって、積層して保持される複数の基板に向けて、反応時間の等しい反応ガスが噴出されるので、均一性の高い膜を形成することができる。

【0013】また本発明は、膜を形成すべき複数の基板を予め定める空間内に等間隔で積層して保持する保持手段と、保持手段に向けて所定の反応ガスを噴出するガス導入管とを含んで構成される成膜装置において、前記ガス導入管は、予め定めるガスが供給され、供給されたガスを等間隔の複数の第1噴出孔から噴出する少なくとも1つの第1導入管と、前記第1導入管の第1噴出孔近傍を覆うとともに、前記第1導入管に供給されるガスとは異なるガスが供給され、当該ガスと前記第1導入管に供給されて第1噴出孔から噴出したガスとが互いに反応して生成した反応ガスを等間隔の複数の第2噴出孔から噴出する第2導入管とを含んで構成されることを特徴とする成膜装置である。

本発明に従えば、予め定める空間内には、保持手段によって膜を形成すべき基板が等間隔で積層して保持され、基板を保持した保持手段に向けてガス導入管から所定の反応ガスが噴出される。前記ガス導入管は、少なくとも1つの第1導入管と第2導入管とを含んで構成され、第1導入管の等間隔の複数の第1噴出孔から、予め定めるガスが噴出する。噴出したガスは、第1導入管の第1噴出孔近傍を覆う第2導入管内で、第2導入管に供給される前記第1導入管に供給されるガスとは異なるガスと反応して、反応ガスを生成する。生成した反応ガスは、第2導入管の等間隔の複数の第2噴出孔から、保持手段に向けて噴出する。したがって、積層して保持される複数の基板に向けて、反応時間の等しい反応ガスが噴出されるので、均一性の高い膜を形成することができる。

【0014】また本発明は、第1導入管の複数の第1噴出孔と、第2導入管の複数の第2噴出孔とがそれぞれ対応して同じ高さの位置に配置されていることを特徴とする。

本発明に従えば、第1導入管の複数の第1噴出孔と、第2導入管の複数の第2噴出孔とをそれぞれ対応して同じ

高さの位置に配置することによって、反応があまり進んでいない反応ガスを噴出することができる。

【0015】また本発明は、第1導入管の複数の第1噴出孔と、第2導入管の複数の第2噴出孔とがそれぞれ対応して互いに2分の1ピッチ分ずれた高さの位置に配置されていることを特徴とする。

本発明に従えば、第1導入管の複数の第1噴出孔と、第2導入管の複数の第2噴出孔とをそれぞれ対応して互いに2分の1ピッチ分ずれた高さの位置に配置されるようにすることによって、反応が進んだ反応ガスを噴出することができる。

【0016】また本発明は、第1導入管の第1噴出孔が、第2導入管の第2噴出孔側に向けて配置されることを特徴とする。

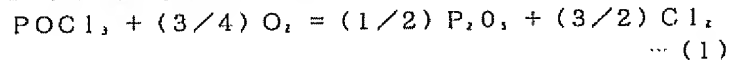
本発明に従えば、第1導入管の第1噴出孔を、第2導入管の第2噴出孔側に向けて配置することによって、反応があまり進んでいない反応ガスを噴出することができる。

【0017】また本発明は、第1導入管の外径の合計は、第2導入管の内径よりも小さく、第1導入管の第1噴出孔が、第2導入管の第2噴出孔とは反対側に向けて配置されることを特徴とする。

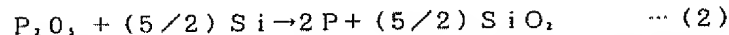
本発明に従えば、第1導入管の外径の合計を、第2導入管の内径よりも小さくし、第1導入管の第1噴出孔を、第2導入管の第2噴出孔とは反対側に向けて配置することによって、反応が進んだ反応ガスを噴出することができる。

【0018】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の実施の一形態である成膜装置21aの構成を示す断面図である。図2は、図1のI-I断面図である。成膜装置21aは、膜形成のための予め定める空間23を形成する反応管22、膜を形成すべき基板27を保持する保持手段24、保持手段24に向けて噴出孔31aから所定の反応ガスを噴出するガス導入管28aおよびヒータ32を含んで構成される。保持手段24とガス導入管28aの噴出孔31a近傍とが、反応管22の内部である予め定める空間23に配置される。ヒータ32は、反応管22の*



の反応が生じ、



のようにして、Si基板中にPが拡散してゆく。ここでたとえば、ガスの導入時間は20分～60分の範囲に、反応管22内の圧力は(大気圧-1)mmHg～(大気圧-30)mmHgの範囲に、反応管22内の温度は900℃～1150℃の範囲に、反応時間は2時間～7時間の範囲にそれぞれ選ばれる。このようにしてPを不純物として添加した、たとえばシート抵抗値が1Ω/□～5Ω/□の半導体基板が作成される。

*外部に配置されて、予め定める空間23を所定の温度に加熱する。

【0019】保持手段24は、基台25と、当該基台25上に固定されるホルダ26とを含んで構成される。保持手段24のホルダ26には、複数枚の基板27が等間隔、たとえば4.76mmの間隔で縦長状に積層して保持される。また保持手段24は、保持台の中心を軸として回転可能に構成される。たとえば3rpm～10rpmの回転数で回転可能に構成される。

【0020】ガス導入管28aは、反応管22の下方から当該反応管22内に導入され、保持手段24に沿って縦長状に配置される。当該ガス導入管28aは、複数本(本形態では2本)の第1導入管29、30と、第2導入管31とを含んで構成される。第1導入管29、30は共に、反応管22内に導入された部分に複数の第1噴出孔29a、30aをそれぞれ有する。第2導入管31は、第1導入管29、30の第1噴出孔29a、30a近傍を覆うとともに、前記保持手段24に向けて設けられる複数の第2噴出孔31aを有する。噴出孔29a～31aは、たとえば共に同じ大きさに形成され、また前記保持手段24に保持された基板27のピッチと同じピッチで複数個設けられ、少なくとも第2噴出孔31aは、隣接する基板27同士の間のはば真ん中に配置される。

【0021】前記第1導入管29、30には、互いに異なるガスが供給されて、各第1噴出孔29a、30aから噴出される。たとえば、ガス濃度が5mg/リットル～25mg/リットルのガスが、10リットル/min～20リットル/minのガス流量で供給される。噴出した2種類のガスは、第2導入管31によって覆われる空間で混合されて反応し、反応ガスが生成する。当該反応ガスは、第2噴出孔31aから矢符35で示される保持手段24の方向に噴出する。

【0022】たとえば、基板27としてSi基板を用い、一方の第1導入管29にO₂などの酸化性ガスを供給し、他方の第1導入管30にPOCl₃とN₂とを混合したソースガスを供給すると、

【0023】図3は、成膜装置21aおよび従来技術の成膜装置1で形成された半導体基板面内のシート抵抗分布を示すグラフである。図3(1)は、反応管22内の上方(ガス導入管28a下流側)を、図3(2)は、反応管22のはば真ん中付近(ガス導入管28aの下流側と上流側との真ん中付近)を、図3(3)は、反応管22内の下方(ガス導入管28a上流側)をそれぞれ示す。曲線L1、L3、L5は、成膜装置21aで作成し

たときの結果を示し、曲線L2、L4、L6は、図9および図10に示される成膜装置1で作成したときの結果を示している。

【0024】反応時間の異なる反応ガスが複数の噴出孔から保持手段に向けてそれぞれ噴出される従来技術の成膜装置1の、POCI₃が多い反応管2内の方（上流側）では、噴出孔8aから離れたところでP₂O₅が生成されて、当該P₂O₅が基板7に付着するので、図3

(1)の曲線L2に示されるように、基板7の中心付近においてPの拡散量が多くなり、中心付近のシート抵抗値が低くなる。一方、噴出孔8aに近接するところでP₂O₅が生成される反応管2内の方（下流側）では、噴出孔8aに近い基板7部分にP₂O₅が付着し、図3

(3)の曲線L6に示されるように、基板7の端部においてPの拡散量が多くなり、端部のシート抵抗値が低くなる。反応管2内のほぼ真ん中付近では、図3(2)の曲線L4に示されるように、面内でのPの分布が比較的均一で、シート抵抗値のばらつきも比較的均一となる。

【0025】これに対し、反応時間が等しい反応ガスが複数の噴出孔31aから保持手段24に向けてそれぞれ噴出される本形態の成膜装置21aでは、反応管22内の方（上流側）、反応管22内の方（下流側）および反応管22内のほぼ真ん中付近のいずれにおいても、図3(1)の曲線L1、図3(3)の曲線L5および図3(2)の曲線L3に示されるように、面内および基板間でのPの分布が均一で、シート抵抗値のばらつきも均一となる。

【0026】図4は、第1導入管29、30の第1噴出孔29a、30aと、第2導入管31の第2噴出孔31aとの上下の位置関係を説明するための図である。第1噴出孔29a、30aのピッチP1、すなわち第1噴出孔29aの中心と当該第1噴出孔29aに隣接する第1噴出孔29aの中心との間隔P1（第1噴出孔30aについても同様）、第2噴出孔31aのピッチP2、すなわち第2噴出孔31aの中心と当該第2噴出孔31aに隣接する第2噴出孔31aの中心との間隔P2、および保持された基板27のピッチP3、すなわち基板27の一方表面から当該基板27に隣接する基板27の一方表面との間隔P3は、互いに等しい値に選ばれる。

【0027】また図4(1)に示されるように、複数の第1および第2噴出孔29a～31aは、それぞれ対応して同じ高さの位置に配置される。すなわち、各第1噴出孔29a、30aの装置21aの底面からの高さ、各第2噴出孔31aの装置21aの底面からの高さ、とが一致するようにして配置される。このように配置することによって、2種類のガスを混合した後、比較的早く噴出孔31aから噴出することになるので、反応があまり進んでいない反応ガスを噴出することができる。

【0028】また図4(2)に示されるように、第1および第2噴出孔29a～31aは、それぞれ対応して、

互いに2分の1ピッチ分ずれた高さの位置に配置される。このように配置することによって、2種類のガスを混合した後、比較的遅く噴出孔31aから噴出することになるので、反応が進んだ反応ガスを噴出することができる。このようにして反応の進み具合を調整することによって、たとえばSi基板へ拡散されるPの反応状態を調整することができ、半導体基板のシート抵抗分布を調整することができる。

【0029】図5は、第1導入管29、30の第1噴出孔29a、30aと、第2導入管31の第2噴出孔31aとの向きを説明するための図である。第1導入管29、30の第1噴出孔29a、30aは、図5(1)に示されるように、第2導入管31の第2噴出孔31a側に向けて配置される。すなわち、第2噴出孔31aからの反応ガスの噴出方向に直交する方向に平行な2点破線36で第2導入管31を2分割したときの、第2噴出孔31aが配置される側に向けて配置される。

【0030】また第1導入管29、30の第1噴出孔29a、30aは、図5(2)および図5(3)に示されるように、第2導入管31の第2噴出孔31aとは反対側に向けて配置される。すなわち、上述したのと同様にして2点破線36で第2導入管31を2分割したときの、第2噴出孔31aが配置される側とは反対側に向けて配置される。このとき、第1導入管29、30の外壁が、図5(2)に示されるように第2導入管31の内壁に当接するようにして配置してもよい。たとえば前記2点破線36で第1導入管29、30が2分割されるようにして配置しても構わない。また図5(3)に示されるように第2導入管31の内壁には当接せずに、互いの第1導入管29、30の外壁同士が当接するようにして配置してもよい。たとえば前記2点破線36で第1導入管29、30が2分割されるようにして、かつ第2導入管31のほぼ中央部に配置しても構わない。

【0031】なお図5(1)のような第1噴出孔29a、30aの第2噴出孔31a側へ向けての配置は、2本の第1導入管29、30の外径の合計が、第2導入管31の内径とほぼ等しいとき、または内径よりも小さいときのいずれのときに行っても構わない。図5(2)および図5(3)のような第1噴出孔29a、30aの第2噴出孔31aとは反対側へ向けての配置は、2本の第1導入管29、30の外径の合計が、第2導入管31の内径よりも小さいときに行われる。

【0032】図5(1)のように配置することによって、2種類のガスを混合後、比較的早く第2噴出孔31aから噴出するので、反応があまり進んでいない反応ガスを噴出することができる。また図5(2)および図5(3)のように配置することによって、2種類のガスを混合後、比較的遅く第2噴出孔31aから噴出するので、反応が進んだ反応ガスを噴出することができる。

【0033】なお、本形態において第1導入管29、3

0の内径および外径を a 、 b とし、第2導入管31の内径および外径を c 、 d とすると、内径 a は、 $1\text{mm} < a < 100\text{mm}$ の範囲に選ばれ、外径 b は、 $b = a + 2t$ で表される。ここで t は、第1導入管29、30の肉厚であり、たとえば 0.1mm よりも大きい値に選ばれる。また、内径 c は $2b < c \leq (200 + 2t)$ の範囲に選ばれ、外径 d は $d = c + 2T$ で表される。ここで T は、第2導入管31の肉厚であり、たとえば 0.1mm よりも大きい値に選ばれる。

【0034】また、Si基板にPを拡散させる場合には、ソースガスとしてPOCl₃に代わって、PCl₃、またはPBr₃などを用いても構わない。またSi基板にBを拡散させる場合には、ソースガスとしてBBr₃を用い、酸化性のガスとしてO₂を用いても構わない。さらに、所定の基板にSiO₂を形成する場合には、ソースガスとしてSiH₄を、酸化性のガスとしてO₂を用いても構わない。

【0035】図6は、本発明の実施の他の形態である成膜装置21bの構成を示す断面図である。図7は、図6のI-I'-I-I'断面図である。成膜装置21bは、ガス導入管の構成が異なる以外は、成膜装置21aと同様にして構成され、同じ部材には同じ参照符号を付して示し、説明を省略する。

【0036】ガス導入管28aに代わって設けられるガス導入管28bは、反応管22の下方から当該反応管22内に導入され、保持手段24に沿って縦長状に配置される。当該ガス導入管28bは、少なくとも1本（本形態では1本）の第1導入管33と、第2導入管34とを含んで構成される。第1導入管33は、反応管22内に導入された部分に複数の第1噴出孔33aを有する。第2導入管34は、第1導入管33の第1噴出孔33a近傍を覆うとともに、前記保持手段24に向けて設けられる複数の第2噴出孔34aを有する。噴出孔33a、34aは、たとえば共に同じ大きさに形成され、また前記保持手段24に保持された基板27のピッチと同じピッチで複数個設けられ、少なくとも第2噴出孔34aは、隣接する基板27同士の間のはば真ん中に配置される。

【0037】前記第1導入管33には予め定めるガスが供給されて、当該ガスは第1噴出孔33aから噴出する。噴出したガスは、第2導入管34に供給され、第1導入管33に供給されるガスとは異なるガスと、第2導入管34によって覆われる空間で混合されて反応し、反応ガスが生成する。当該反応ガスは、第2噴出孔34aから矢符35で示される保持手段24の方向に噴出する。たとえば、第1導入管33にソースガスが供給され、第2導入管34に酸化性ガスが供給される。

【0038】このような構成であっても、反応時間が等しい反応ガスが複数の噴出孔34aから保持手段24に向けてそれぞれ噴出されるので、反応管22内の下方（上流側）、反応管22内の上方（下流側）および反応

管22内のはば真ん中付近のいずれにおいても、図3（1）の曲線L1、図3（3）の曲線L5および図3（2）の曲線L3に示されるように、面内および基板間でのPの分布が均一で、シート抵抗値のばらつきも均一となる。

【0039】なお、第1噴出孔33aのピッチP1、第2噴出孔34aのピッチP2、および保持された基板27のピッチP3は、互いに等しい値に選ばれる。また、図4（1）に示されるように、複数の第1および第2噴出孔33a、34aは、それぞれ対応して同じ高さの位置に配置される。すなわち、各第1噴出孔33aの装置21bの底面からの高さと、各第2噴出孔34aの装置21bの底面からの高さとが一致するようにして配置される。このように配置することによって、2種類のガスが混合された後、比較的早く噴出孔34aから噴出することになるので、反応があまり進んでいない反応ガスを噴出することができる。さらに、図4（2）に示されるように、第1および第2噴出孔33a、34aは、それぞれ対応して互いに2分の1ピッチ分ずれた高さの位置に配置される。このように配置することによって、2種類のガスが混合された後、比較的遅く噴出孔34aから噴出することになるので、反応が進んだ反応ガスを噴出することができる。このようにして反応の進み具合を調整することによって、たとえばSi基板へ拡散されるPの反応状態を調整することができ、半導体基板のシート抵抗分布を調整することができる。

【0040】図8は、第1導入管33の第1噴出孔33aと、第2導入管34の第2噴出孔34aとの向きを説明するための図である。第1導入管33の第1噴出孔33aは、図8（1）に示されるように、第2導入管34の第2噴出孔34a側に向けて配置される。すなわち、第2噴出孔34aからの反応ガスの噴出方向に直交する方向に平行な2点破線37で第2導入管34を2分割したときの、第2噴出孔34aが配置される側に向けて配置される。たとえば前記2点破線37によって第1導入管33が2分割されるようにして、第2導入管34のはば真ん中に配置してもよい。

【0041】また第1導入管33の第1噴出孔33aは、図8（2）および図8（3）に示されるように、第2導入管34の第2噴出孔34aとは反対側に向けて配置される。すなわち、上述したのと同様にして2点破線37で第2導入管34を2分割したときの、第2噴出孔34aが配置される側とは反対側に向けて配置される。このとき、第1導入管33の外壁が、図5（2）に示されるように第2導入管34の内壁には当接しないようにして配置してもよい。たとえば前記2点破線37で分割された第2導入管34の第2噴出孔34a側に第1導入管33を配置しても構わない。また、図8（3）に示されるように第2導入管34の内壁に当接するようにして配置してもよい。たとえば前記2点破線37で分割され

た第2導入管34の第2噴出孔34a側に第1導入管33を配置しても構わない。

【0042】なお図8(1)のような、第1噴出孔33aの第2噴出孔34a側へ向けての配置は、第1導入管33が複数本あるときには、複数本の第1導入管33の外径の合計が、第2導入管34の内径とほぼ等しいとき、または内径よりも小さいときのいずれのときに行っても構わない。図8(2)および図8(3)のような、第1噴出孔33aの第2噴出孔34aとは反対側へ向けての配置は、複数本の第1導入管33の外径の合計が、第2導入管34の内径よりも小さいときに行われる。

【0043】図8(1)のように配置することによって、2種類のガスが混合された後、比較的早く噴出孔34aから噴出することになるので、反応があまり進んでいない反応ガスを噴出することができる。また図8

(2)および図8(3)のように配置することによって、2種類のガスが混合された後、比較的遅く噴出孔34aから噴出することになるので、反応が進んだ反応ガスを噴出することができる。

【0044】なお、酸化性のガスを多く必要とするときには、第1導入管33に酸化性ガスを供給し、第2導入管34にソースガスを供給することが好ましく、これによってガス導入管28bの上流側と下流側とでの反応ガスの状態を比較的近い同じ状態にすることができる。また、反応管22によって形成される空間23の大きさに制約があるときには、反対に、第1導入管33にソースガスを供給し、第2導入管34に酸化性ガスを供給することが好ましい。

【0045】また、本形態において第1導入管33の内径および外径を p 、 q とし、第2導入管34の内径および外径を r 、 s とすると、内径 p は、 $1\text{mm} < p < 100\text{mm}$ の範囲に選ばれ、外径 q は、 $q = p + 2t$ で表される。ここで t は、第1導入管33の肉厚であり、たとえば 0.1mm よりも大きい値に選ばれる。また内径 r は、 $p < r \leq 200\text{mm}$ の範囲に選ばれ、外径 s は、 $s = r + 2T$ で表される。ここで T は第2導入管34の肉厚であり、たとえば 0.1mm よりも大きい値に選ばれる。

【0046】また本形態において、前記形態で説明したのと同様なソースガスを用い、同様な条件で成膜を行っても構わない。

【0047】さらに上述した実施の形態において、第1噴出孔29a、30a、33aと第2噴出孔31a、34aとの大きさは、同じにする必要はなく、異なる大きさにしても構わない。また、上流側の噴出孔と下流側の噴出孔とで異なる大きさにしても構わない。

【0048】また、第2噴出孔31a、34aから噴出するガスの上流側と下流側とでの流量の差を小さくするために、第2噴出孔31a、34aの大きさと、第2導入管31、34の内径との関係が選ばれる。たとえば第

2導入管31、34の内径が各第2噴出孔31a、34aの大きさの50倍以上となるように選ばれる。また、第2噴出孔31a、34aから所望の流量が得られるように、第1導入管29、30、33に供給されるガスの流量が選ばれる。

【0049】本形態の成膜装置21a、21bは、Si基板などに不純物を拡散して所望の半導体基板を作成する場合や、所望の膜を作成する場合などに適応することができる。

【0050】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、複数の第1導入管から噴出されて第2導入管で混合されて得られ、基板を保持した保持手段に向けて全第2噴出孔から噴出される反応ガスは、反応時間が等しいので、基板間および面内における均一性の高い膜を作成することができる。

【0051】また本発明によれば、少なくとも1つの第1導入管から噴出されて第2導入管で当該第2導入管に供給されるガスと混合されて得られ、基板を保持した保持手段に向けて全第2噴出孔から噴出される反応ガスは、反応時間が等しいので、基板間および面内における均一性の高い膜を作成することができる。

【0052】また、第1導入管の複数の第1噴出孔と、第2導入管の複数の第2噴出孔とがそれぞれ対応して同じ高さの位置に配置されるので、反応があまり進んでいない反応ガスを噴出することができる。これによって、形成される膜の特性を調整することができる。

【0053】また、第1導入管の複数の第1噴出孔と、第2導入管の複数の第2噴出孔とがそれぞれ対応して互いに2分の1ピッチ分ずれた高さの位置に配置されるので、反応が進んだ反応ガスを噴出することができる。これによって、形成される膜の特性を調整することができる。

【0054】また、第1導入管の第1噴出孔が、第2導入管の第2噴出孔側に向けて配置されるので、反応があまり進んでいない反応ガスを噴出することができる。これによって、形成される膜の特性を調整することができる。

【0055】また、第1導入管の外径の合計は、第2導入管の内径よりも小さく、第1導入管の第1噴出孔が、第2導入管の第2噴出孔とは反対側に向けて配置されるので、反応が進んだ反応ガスを噴出することができる。これによって、形成される膜の特性を調整することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態である成膜装置21aの構成を示す断面図である。

【図2】図1のI-I断面図である。

【図3】成膜装置21aおよび従来技術の成膜装置1で形成された半導体基板面内のシート抵抗分布を示すグラ

フである。

【図4】第1導入管29、30の第1噴出孔29a、30aと、第2導入管31の第2噴出孔31aとの上下の位置関係を説明するための図である。

【図5】第1導入管29、30の第1噴出孔29a、30aと、第2導入管31の第2噴出孔31aとの向きを説明するための図である。

【図6】本発明の実施の他の形態である成膜装置21bの構成を示す断面図である。

【図7】図6の111-111断面図である。

【図8】第1導入管33の第1噴出孔33aと、第2導入管34の第2噴出孔34aとの向きを説明するための図である。

【図9】従来技術である成膜装置1の構成を示す断面図*

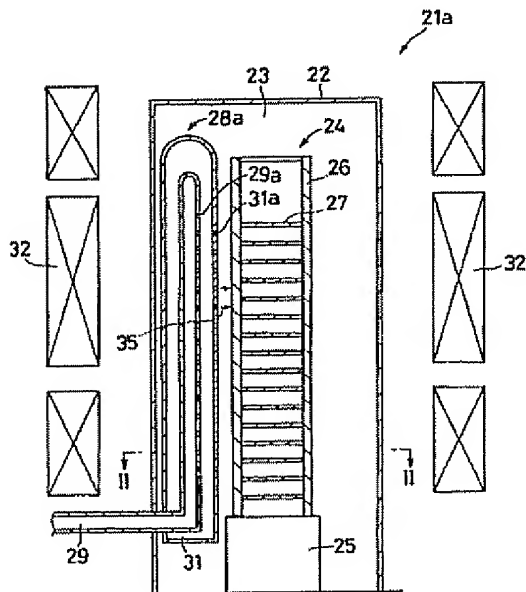
*である。

【図10】図9の1-1断面図である。

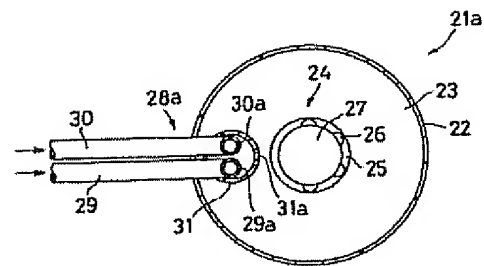
【符号の説明】

- 21a, 21b 成膜装置
- 22 反応管
- 23 空間
- 24 保持手段
- 27 基板
- 28a, 28b ガス導入管
- 29, 30, 33 第1導入管
- 29a, 30a, 33a 第1噴出孔
- 31, 34 第2導入管
- 31a, 34a 第2噴出孔

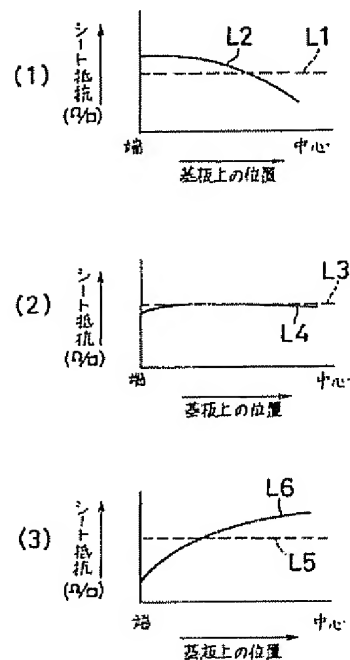
【図1】



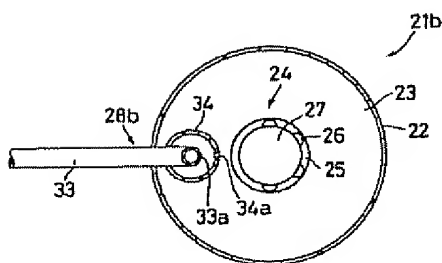
【図2】



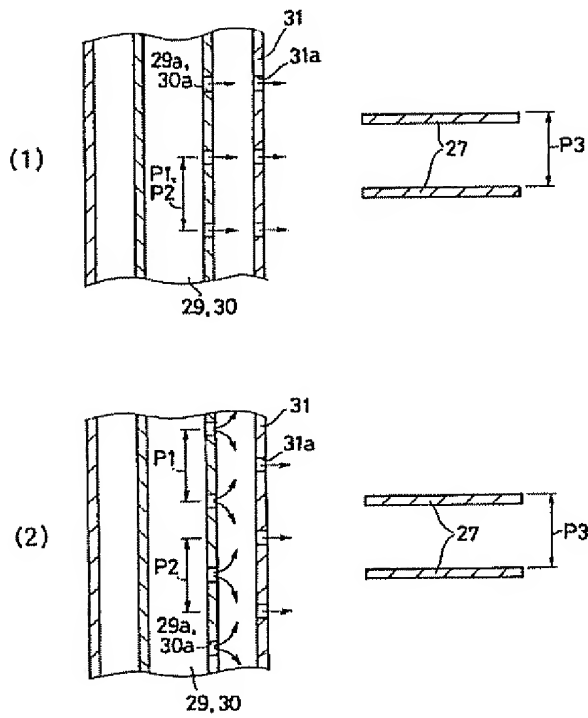
【図3】



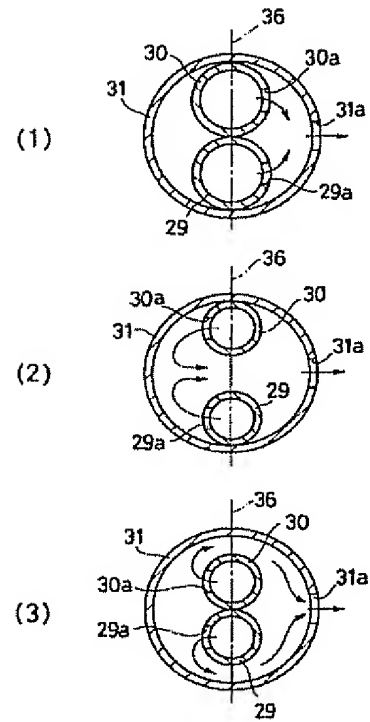
【図7】



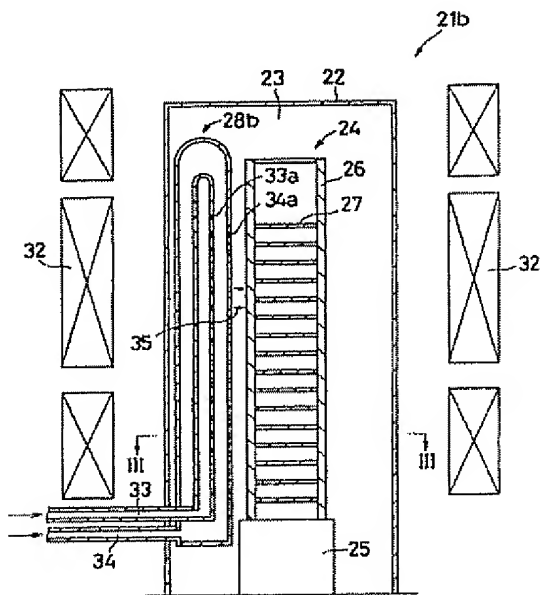
【図4】



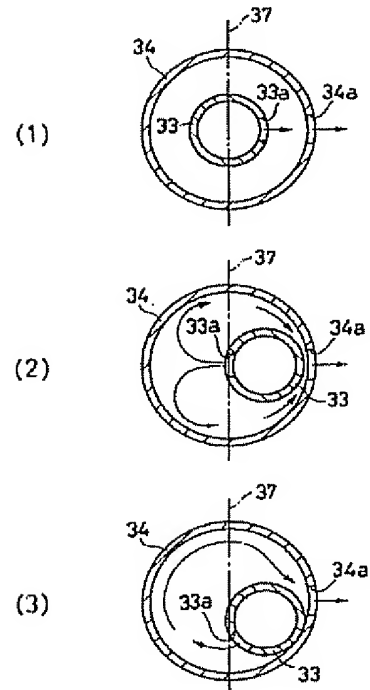
【図5】



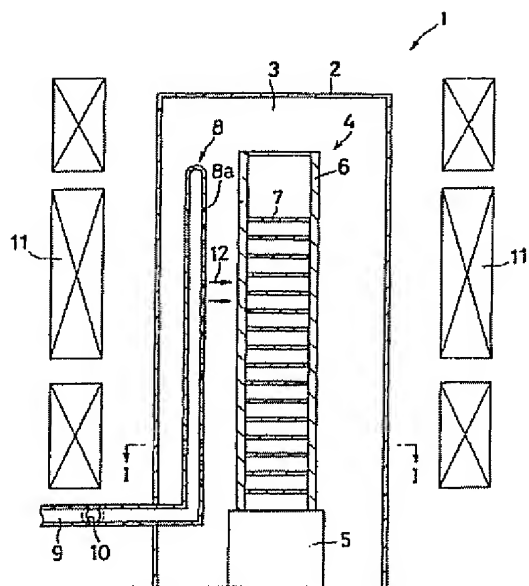
【図6】



【図8】



【図 9】



【図 10】

